



Рис. 18. Автомобиль-амфибия Ferrari F50

В настоящее время древесина считается ценным материалом для отделки и дизайна интерьеров салонов различных автомобилей, относящихся к классу люкс [3]. И, возможно, в сфере автомобилестроения произойдет возврат к прошлому, и на дорогах современных мегаполисов снова появятся автомобили, сделанные из древесины, и они будут считаться самыми крутыми и стильными.

### Библиографический список

1. Антонов, И. С. Краткая история автомобилестроения / И. С. Антонов. – Москва : Флинта, 2007. – 340 с.
2. Ошарин, А. В. История науки и техники / А. В. Ошарин, А. В. Ткачёв, Н. И. Чепагина. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 143 с.
3. Чернышев, Д. О. Инновационный материал на основе отходов древесины для применения в автомобилях специального назначения – IOP Conf. Series / Д. О. Чернышев, О. Н. Чернышев, Е. Е. Баженов // Journal of Physics : Conf. Series. – 2019. – № 1177 (2019) 012002. – С. 3.

УДК 678

**Е. А. Колмаков, А. Е. Шкуро**

(Е. А. Kolmakov, A. E. Shkuro)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: zj@weburg.me

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БОРАТА ЦИНКА НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

### ESTIMATION OF THE ZINC BORATE INFLUENCE ON THE WOOD-POLYMER COMPOSITES PROPERTIES

*В настоящей работе рассматриваются вопросы получения древесно-полимерных композиционных материалов с добавками бората цинка, а также оценка влияния этих добавок на такие физико-механические свойства древесно-полимерных композитов, как твердость по Бринеллю, предел прочности при изгибе, ударная вязкость (прочность) и водопоглощение за 24 часа.*

Борат цинка представляет собой кристаллогидрат ангидрида борной кислоты и оксида цинка и обозначается химической формулой  $ZnO \cdot B_2O_3 \cdot H_2O$ . Существуют

разные виды бората цинка, отличающиеся друг от друга соотношением количеств оксидов бора и цинка, а также содержанием воды [1].

В промышленности борат цинка зачастую используется в качестве антипирена. Такое применение оказывается возможным благодаря его способности к мгновенному избавлению от кристаллизованной воды при нагревании. При этом создается защитная масса, препятствующую воздействию прямого огня на обработанный материал, а также нивелируется воздействие высоких температур благодаря отводу тепла. Борат цинка способен сохранять кристаллизованную воду в своей структуре при повышенной температуре (вплоть до 300 °С), что является необходимым в цикле производства полимерных материалов методами с применением обработки при высоких температурах. Кроме того, борат цинка предотвращает деградиационные явления коррозионной природы на поверхностях обработанных материалов и обладает мощным антибактериальным действием [2].

Представляется эффективным использование бората цинка в древесно-полимерных композитах с термопластичной полимерной матрицей (ДПКт) в качестве добавки с двойным действием: биоцид и пламегаситель. Известно, что эффективность специальных добавок в ДПКт пропорциональна их содержанию, однако высокое содержание мелкодисперсных неорганических веществ может привести к снижению таких важных свойств изделий из ДПКт, как предел прочности при изгибе и ударная вязкость (прочность) [3]. Целью настоящей работы было получение образцов ДПКт с добавками бората цинка и оценкой влияния содержания этих добавок на физико-механические свойства образца.

В качестве полимерной матрицы ДПКт в работе использовался полиэтилен низкого давления марки 273-83 (ГОСТ 16338-85) производства ОАО «Казаньоргсинтез» (ПЭНД). В качестве наполнителя использовали древесную муку хвойных пород марки 180 (ГОСТ 16361-87) производства ООО «Юнайт». Свойства использованного в работе бората цинка приведены в таблице 1.

Таблица 1

Свойства использованного в работе бората цинка

Наименование показателя	Значение
Содержание ZnO, масс %	37,45
Содержание B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , масс %	48,05
Содержание кристаллизационной воды, масс %	14,50
Растворимость в воде (при комн. температуре), % не более	0,28
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,77
Показатель преломления света	1,58
Средний размер частиц, мкм	9,0

Из описанных компонентов были получены смеси с различным содержанием бората цинка (табл. 2). Смешение компонентов в заданном соотношении производилось на лабораторном двухшнековом экструдере при температуре 180–190 °С. Полученная после экструдирования смесь в виде стренгов охлаждалась до комнатной температуры, а затем подвергалась гранулированию. Из полученных гранул методом компрессионного прессования в течение 10 мин при температуре 180 °С и давлении 5 МПа получали образцы композитов в форме дисков диаметром 90 мм толщиной 4–5 мм.

Таблица 2

## Состав композитов

Условное обозначение композита	Содержание компонента, %				
	ДМ-180	ПЭНД	ПЭ-воск	Стеарин	Борат цинка
Б-0	50,0	50,0	0	0	0
Б-25	48,5	47,5	0,75	0,75	2,5
Б-50	48,5	45,0	0,75	0,75	5,0
Б-100	48,5	40,0	0,75	0,75	10,0

У полученных образцов определяли твердость по Бринеллю, предел прочности при изгибе, ударную вязкость и водопоглощение за 24 часа. Твердость измеряли на твердомере модели БТШПСИ У42 по вдавливаю индентора диаметром 5 мм при нагрузке 132,5 Н в течение 30 секунд. Измерения предела прочности при изгибе и ударной вязкости проводились на приборе «Динстат-Дис». Результаты измерений свойств полученных образцов показаны в таблице 3.

Таблица 3

## Свойства образцов ДПКт

Свойства	Композиты			
	Б-0	Б-25	Б-50	Б-100
Твердость по Бринеллю, МПа	64,5	62,8	63,5	65,6
Прочность при изгибе, МПа	24,6	21,2	24,7	24,3
Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	4,1	4,1	4,2	5,0
Водопоглощение за 24 часа, %	2,2	2,0	1,3	1,2

Полученные в результате испытаний данные свидетельствуют о том, что введение в состав древесно-полимерного композита до 10 мас. % не приводит к падению показателя предела прочности при изгибе и даже незначительно увеличивает показатель ударной вязкости композита (при содержании добавки 10 %). Введение в состав композита бората цинка более 5 мас. % оказывает положительное влияние на водостойкость материала. На показатель твердости по Бринеллю добавка бората цинка влияния не оказала. Таким образом, борат цинка может быть рекомендован в качестве добавки в рецептуру древесно-полимерных композитов в качестве антипирена и антимикробной добавки.

## Библиографический список

1. Цинка борат HT-207. – URL : <http://www.chempack.ru/ru/chemical-raw-materials/borat-tsinka-ht207.html>.
2. Борат цинка. – URL : <http://chem-portal.ru/flame-retardants/boraty/borat-tsinka>.
3. Клёсов, А. А. Древесно-полимерные композиты / А. А. Клёсов. – СПб: Научные основы и технологии, 2010. – 736 с.